



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
15.12.2004 Bulletin 2004/51

(51) Int Cl.7: **G08G 1/16, B60K 31/00,
G01S 13/93**

(21) Numéro de dépôt: **04291487.9**

(22) Date de dépôt: **14.06.2004**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL HR LT LV MK

(72) Inventeur: **Flegel, Philippe**
75014 Paris (FR)

(74) Mandataire: **Davies, Owen Robert Treharne et al**
Renault SAS
Technocentre
TCR-GRA-1-55
1, avenue du Golf
78288 Guyancourt Cedex (FR)

(30) Priorité: **13.06.2003 FR 0307151**

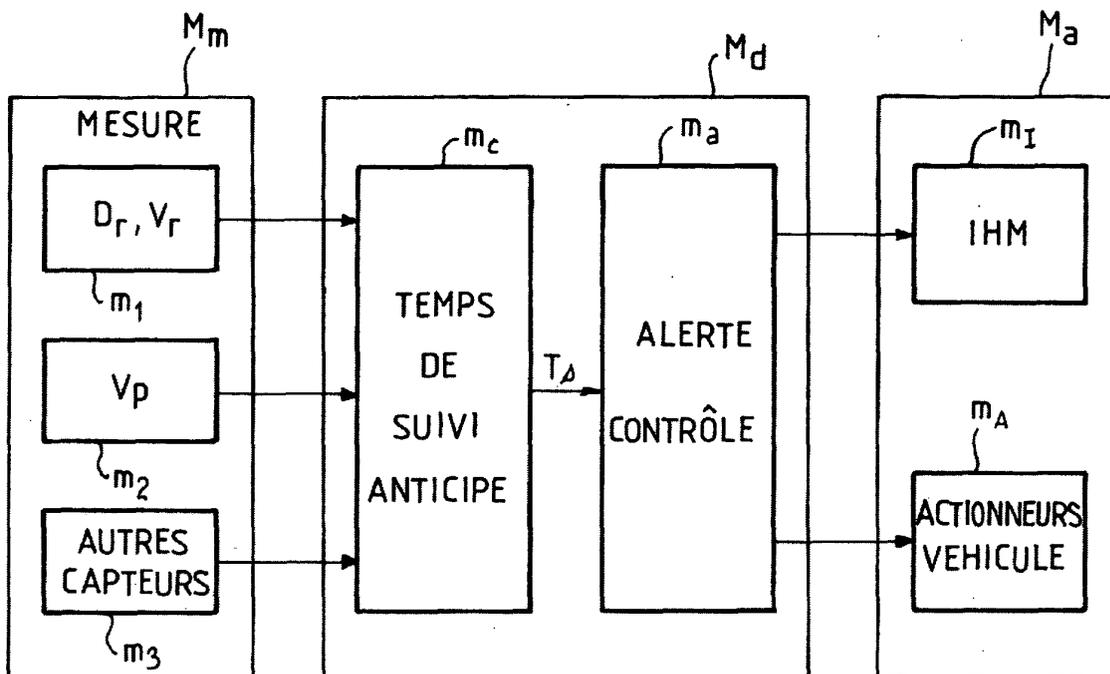
(71) Demandeur: **Renault s.a.s.**
92100 Boulogne Billancourt (FR)

(54) **Procédé d'évaluation du risque de collision fronto-arrière entre deux véhicules et dispositif de mise en oeuvre**

(57) L'invention concerne un procédé d'évaluation du niveau de risque de collision fronto-arrière entre deux véhicules qui se suivent, le premier étant qualifié de cible pour le second qui est équipé dudit procédé, caractérisé en ce qu'il détermine plusieurs scénarios de situation routière entre lesdits deux véhicules et calcule pour chaque scénario un temps de suivi anticipé, qui est

égal au quotient de la distance relative (D_r) par la vitesse du véhicule équipé (V_p), à partir des équations cinématiques décrivant la situation routière et son évolution à court terme, en fonction notamment de la distance et de la vitesse relatives entre les deux véhicules, de la vitesse du véhicule équipé et de leurs accélérations respectives.

FIG_6



Description

[0001] La présente invention concerne un procédé qui consiste à évaluer le risque de collision fronto-arrière entre deux véhicules qui se suivent à partir de l'évolution probable du temps de suivi d'un des véhicules par rapport au véhicule cible qui le précède selon plusieurs scénarios de situations routières, notamment d'insertion suivie d'observation d'un véhicule cible plus rapide que le véhicule suiveur, ou bien d'approche, éventuellement dangereuse, sur un véhicule cible plus lent, ou encore de suivi d'une cible à iso-vitesse qui se met à freiner devant le véhicule suiveur. L'invention concerne également un dispositif de mise en oeuvre du procédé, embarqué sur le véhicule.

[0002] Actuellement, il existe des dispositifs de calcul du temps de suivi entre deux véhicules afin de permettre notamment le respect de la réglementation française, qui fixe ce temps minimal à deux secondes. La première seconde correspond au temps de réaction du conducteur face à un changement de situation routière et la deuxième seconde représente une marge couvrant les différences probables entre les capacités dynamiques des deux véhicules. Ce temps de suivi $T_s(t)$ est défini comme étant égal, à l'instant t donné, au quotient de la distance relative $D_r(t)$ entre deux véhicules par la vitesse $V_p(t)$ du véhicule équipé du dispositif:

$$T_s(t) = D_r(t)/V_p(t)$$

[0003] Le brevet US 6 388 580, déposé au nom de R. Graham, concerne un dispositif d'alerte du conducteur dans le cas où son véhicule roule trop près du véhicule qui le précède. Le dispositif mesure la distance relative instantanée entre les deux véhicules grâce à un télémètre, ainsi que la vitesse instantanée du véhicule équipé. Quand la distance n'est pas sécuritaire, compte tenu de la vitesse instantanée, une alarme est déclenchée pour prévenir le conducteur. Le critère retenu pour évaluer le risque de collision est le temps de suivi actuel, soit le quotient de la distance relative par la vitesse, sans anticipation d'une évolution future de ce paramètre, donc d'une évolution dynamique de la situation routière. Les inconvénients viennent d'une part du risque d'occurrence d'alertes tardives en cas d'approche rapide, ou d'alertes indésirables en cas d'insertions, et d'autre part du niveau de danger qui n'est pas indiqué au conducteur en continu. Le conducteur ne peut donc pas gérer finement ses distances avec les véhicules qui le précèdent, en se fiant aux seules informations binaires- danger/pas danger- dont il dispose.

[0004] Dans le cadre d'une régulation de distance « Adaptative Cruise Control ACC », qui permet au véhicule suiveur ainsi régulé de suivre sa cible à une distance de consigne prédéterminée, grâce à un contrôle automatique de l'accélération et du freinage, le conducteur d'un véhicule équipé d'un dispositif ACC peut, le cas échéant, choisir le temps suivi de consigne par rapport au véhicule cible qui le précède.

[0005] A tout instant, le dispositif de calcul du temps de suivi détermine, à partir de la vitesse V_p du véhicule équipé et de la vitesse V_r et de la distance D_r relatives entre les deux véhicules, dans quel scénario se trouve le véhicule équipé, sachant que cinq scénarios ont été définis dans la demande de brevet français FR déposé sous le numéro d'enregistrement national 97 13063, au nom de RENAULT. Leur localisation dans le diagramme des phases des distances et vitesses relatives est représentée sur la figure 1, où on distingue cinq phases : une phase de suivi pour laquelle la vitesse V du véhicule équipé est égale à la vitesse du véhicule cible V_{cible} ; une phase d'insertion pour laquelle la vitesse V du véhicule est inférieure à celle V_{cible} de la cible et le temps de suivi T_s est inférieur à une consigne T_{cons} ; une phase d'observation dans laquelle la vitesse véhicule V est inférieure à celle de la cible V_{cible} mais le temps de suivi est supérieur à la consigne T_{cons} ; une phase d'approche dans laquelle la vitesse V du véhicule est supérieure à celle de la cible V_{cible} et le temps T_s de suivi est supérieur à la consigne T_{cons} ; enfin une phase de danger dans laquelle le véhicule équipé a une vitesse V supérieure à celle de la cible V_{cible} avec un temps de suivi T_s inférieur à la consigne T_{cons} .

[0006] Si on adapte ce diagramme de phase au problème de l'évolution du temps de suivi entre deux véhicules, on distingue trois types de situations routières :

- Un premier type correspondant au suivi d'un véhicule cible à la même vitesse que celui-ci ;
- Un deuxième type correspondant à une situation d'insertion puis d'observation d'un véhicule cible plus rapide ;
- Un troisième type correspondant à une situation d'approche, éventuellement dangereuse, sur un véhicule cible plus lent.

[0007] Si dans le premier type de suivi à iso-vitesse, on sait que le temps de suivi reste constant tant que les deux véhicules considérés ne modifient pas leurs vitesses, par contre dans les deux autres types de situations, le temps de suivi va se modifier.

[0008] Ainsi, en cas de phase d'insertion d'un véhicule cible devant le véhicule équipé du dispositif suivie d'une phase d'observation, le temps de suivi va augmenter car le véhicule cible roule plus vite que le véhicule équipé. Par contre, en cas d'approche sur une cible plus lente, le temps de suivi va décroître pour atteindre éventuellement une

valeur critique, si on considère que les vitesses des deux véhicules ne sont pas modifiées. C'est pourquoi, pour rendre la prestation plus sécuritaire et plus confortable pour le conducteur, il paraît intéressant de lui indiquer l'évolution probable à court terme de ce temps de suivi en fonction des différentes situations routières qu'il va rencontrer en suivant le véhicule cible.

[0009] Le but de l'invention est donc d'évaluer le niveau de risque de collision fronto-arrière entre deux véhicules qui se suivent, en estimant un temps de suivi dit anticipé, plus représentatif du niveau de risque réel que le simple temps de suivi actuel entre les deux véhicules, selon différentes évolutions possibles des situations routières.

[0010] Pour cela, un premier objet de l'invention est un procédé d'évaluation du niveau de risque de collision fronto-arrière entre deux véhicules qui se suivent, le premier étant qualifié de cible pour le second qui est équipé dudit procédé, caractérisé en ce qu'il détermine plusieurs scénarios de situation routière entre lesdits deux véhicules et calcule pour chaque scénario un temps de suivi anticipé à partir des équations cinématiques décrivant la situation routière et son évolution à court terme pendant laquelle les deux véhicules ne vont effectuer qu'une seule manoeuvre élémentaire, l'un maintenir sa vitesse constante et l'autre freiner avec une décélération constante, en fonction notamment de la distance et de la vitesse relatives entre les deux véhicules, de la vitesse du véhicule équipé et de leurs accélérations respectives, le niveau de risque étant une fonction du temps de suivi anticipé.

[0011] Un second objet de l'invention est un dispositif de mise en oeuvre du procédé d'évaluation du niveau de risque par évaluation du temps de suivi anticipé entre deux véhicules suiveurs, caractérisé en ce qu'il comporte :

- un premier module de mesure M_m comprenant lui-même des premiers moyens de mesure de la distance et de la vitesse relatives D_r et V_r entre deux véhicules, des deuxièmes moyens m_2 de mesure de la vitesse V_p du véhicule équipé, tels qu'un capteur odométrique embarqué mesurant la vitesse des roues et d'autres capteurs m_3 permettant de préciser le risque de collision, par évaluation de l'adhérence, ou par communication inter-véhicule indiquant que le conducteur du véhicule précédent s'apprête à freiner brusquement ;
- un deuxième module de décision M_d , comprenant des premiers moyens de calcul du temps de suivi anticipé tels que décrits auparavant et des seconds moyens de stratégies d'alerte et/ou de contrôle s'appuyant notamment sur la comparaison du facteur de risque avec au moins un seuil déterminé ;
- un troisième module d'action M_a , regroupant d'une part les interfaces m_1 homme-machine IHM, visuelles, sonores ou haptiques, destinées à indiquer en continu le niveau de risque lié au temps de suivi et/ou à l'alerter en cas de dépassement de certains seuils et d'autre part des actionneurs m_A destinés à agir sur la dynamique du véhicule, de manière plus ou moins coercitive, par un léger freinage par exemple, si le temps de suivi risque d'être inférieur à deux secondes.

[0012] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, illustrée par les figures qui sont, outre la figure 1 déjà décrite :

- figures 2_a et 2_b : l'évolution du temps de suivi lors d'une insertion avec freinage de la cible selon un premier scénario ;
- figure 3_a et 3_b : l'évolution du temps de suivi lors d'une approche avec freinage du véhicule équipé selon un deuxième scénario ;
- figure 4 : les courbes de niveau du temps de suivi anticipé selon ces deux premiers scénarios ;
- figure 5 : les courbes de niveau du temps de suivi anticipé selon deux autres scénarios ;
- figure 6 : un dispositif de mise en oeuvre du procédé selon l'invention.

[0013] Dans une situation routière correspondant à l'insertion d'un véhicule cible devant le véhicule équipé d'un dispositif d'évaluation du niveau de risque de collision, avec une vitesse V_c supérieure à la sienne V_p , le temps de suivi va croître intuitivement jusqu'à une valeur infinie.

[0014] Or, pour évaluer un risque de collision entre eux de façon plus réaliste, il faut plutôt envisager un premier scénario suivant lequel le rapport des vitesses s'inverse, c'est-à-dire que le véhicule cible plus rapide que le véhicule équipé s'insère devant lui, puis freine à un instant donné t_0 avec une décélération constante égale à y_c , pendant que le véhicule suiveur maintient sa vitesse constante, comme le montre la figure 2_a.

[0015] Intuitivement, le temps de suivi T_s , qui est égal au quotient de la distance relative D_r par la vitesse du véhicule équipé V_p , croît tant que la vitesse V_c de la cible reste supérieure à celle V_p du véhicule équipé, jusqu'à un maximum T_{smax} correspondant à l'instant t_e où les vitesses V_c et V_p des deux véhicules sont égales, puis diminue si le véhicule équipé n'effectue aucune manoeuvre, c'est-à-dire garde une vitesse constante pendant que la vitesse V_c de la cible continue à diminuer (figure 2_b).

[0016] La vitesse du véhicule équipé étant constante :

$$V_p(t) = V_p(t_0)$$

5 et celle de la cible décélérant à partir de t_0 , s'écrivant :

$$V_c(t) = V_c(t_0) + \gamma_c \cdot t$$

10 on en déduit que la vitesse relative $V_r(t)$ entre les deux véhicules s'écrit :

$$15 \quad V_r(t) = V_c(t) - V_p(t) = V_r(t_0) + \gamma_c \cdot t$$

[0017] La distance relative entre deux véhicules s'obtenant par intégration de la vitesse relative :

$$20 \quad D_r(t) = D_r(t_0) + V_r(t_0) \cdot t + \frac{\gamma_c \cdot t^2}{2}$$

le temps de suivi est donc égal à :

$$25 \quad T_s(t) = \frac{D_r(t)}{V_p(t)} = \frac{D_r(t_0) + V_r(t_0) \cdot t + \frac{\gamma_c \cdot t^2}{2}}{V_p(t_0)} \quad (e_0)$$

30 et croît jusqu'à un maximum obtenu quand sa dérivée s'annule.

[0018] Donc le temps de suivi maximal s'écrit selon l'équation suivante (e_1) :

$$35 \quad T_{s,max}(t_e) = \frac{D_r(t_0) - V_r^2(t_0) / 2\gamma_c}{V_p(t_0)} = T_s(t_0) - \frac{V_r^2(t_0)}{2\gamma_c \cdot V_p(t_0)} \quad (e_1)$$

40 **[0019]** Dans ce type de situation routière, on dispose d'une marge positive car γ_c est négative représentant une décélération, donc la valeur de $T_{s,max}$ est supérieure au temps de suivi $T_s(t_0)$, à t_0 , quand la cible commence à décélérer. Ce procédé d'évaluation du risque de collision, qui est une fonction du temps de suivi anticipé, permet une réduction sensible du taux de fausses alarmes, souvent générées dans ce type de situation par les systèmes se basant uniquement sur le temps de suivi actuel, ce qui améliore le confort de conduite.

45 **[0020]** Dans une situation routière correspondant à l'approche d'un véhicule cible par le véhicule équipé qui est plus rapide qu'elle, le temps de suivi entre ces deux véhicules va intuitivement décroître jusqu'à une valeur nulle, correspondant à une collision, si le conducteur suiveur ne réagit pas.

[0021] Pour évaluer un risque de collision plus réaliste, il faut envisager un deuxième scénario suivant lequel le véhicule équipé se rapproche d'un véhicule cible plus lent, donc sa vitesse V_p est supérieure à celle V_c de la cible, $V_p > V_c$, puis freine à un instant t_0 avec une décélération constante égale à γ_p pendant que la cible garde une vitesse constante comme le montre la figure 3_a. En effet, il est plus probable que le conducteur va volontairement ralentir en s'approchant de la cible, pour éviter de l'emboutir par l'arrière.

50 **[0022]** Intuitivement, le temps de suivi T_s décroît jusqu'à une valeur minimale $T_{s,min}$ à l'instant t_p , puis augmente pendant que la vitesse V_p continue à diminuer alors que le véhicule cible n'effectue aucune manoeuvre (figure 3_b), gardant une vitesse V_c constante.

55 **[0023]** La vitesse du véhicule cible étant constante :

$$V_c(t) = V_c(t_0)$$

5 et celle du véhicule équipé qui décélère à partir de t_0 étant égale à :

$$V_p(t) = V_p(t_0) + \gamma_p \cdot t$$

10

on en déduit que la vitesse relative $V_r(t)$ entre les deux véhicules s'écrit :

$$V_r(t) = V_c(t) - V_p(t) = V_r(t_0) - \gamma_p \cdot t$$

15

[0024] La distance relative entre les deux véhicules s'obtenant par intégration de la vitesse relative :

20

$$D_r(t) = D_r(t_0) + V_r(t_0) \cdot t - \frac{\gamma_p \cdot t^2}{2}$$

le temps de suivi est donc égal à :

25

$$T_s(t) = \frac{D_r(t)}{V_p(t)} = \frac{D_r(t_0) + V_r(t_0) \cdot t - \frac{\gamma_p \cdot t^2}{2}}{V_p(t)} \quad (E_0)$$

30

et décroît jusqu'à une valeur minimale obtenue auand sa dérivée s'annule.

35

$$\text{Donc } T_{s\min}(t_p) = \frac{D_r(t_p)}{V_p(t_p)} = \frac{V_r(t_0)}{\gamma_p} \cdot t_p$$

[0025] Comme $t_p > t_0$, on en déduit que l'équation suivante (E_1) :

40

$$t_p = \frac{V_r(t_0)}{\gamma_p} T_{s\min}(t_p) \quad (E_1)$$

45

existe si et seulement si :

50

$$T_{s\min}(t_p) < \frac{V_r(t_0)}{\gamma_p} \quad (E_2)$$

[0026] Dans le cas où cette condition exprimée par l'équation (E_1) est vraie, l'expression (E_0) du temps de suivi minimal $T_{s\min}(t_p)$ à l'instant t_p , dans laquelle on remplace t_p par l'équation (E_1), est équivalente à l'équation du second degré suivante (E_3) :

55

$$\gamma_p^2 \cdot T_s^2(t_p) - 2[V_p(t_0) + V_r(t_0)] \cdot \gamma_p \cdot T_s(t_p) + 2D_r(t_0) \cdot \gamma_p + V_r^2(t_0) = 0 \quad (E_3)$$

5 qui admet pour solution l'équation (E₄) :

$$T_{s\min}(t_p) = \frac{V_p(t_0) + V_r(t_0) \pm \sqrt{[V_p(t_0) + V_r(t_0)]^2 - V_r^2(t_0) - 2D_r(t_0) \cdot \gamma_p}}{\gamma_p} \quad (E_4)$$

15 à condition que :

$$V_r(t_0) \leq \frac{D_r(t_0) \cdot \gamma_p}{V_p(t_0)}$$

20 **[0027]** Dans ce type de scénario, l'allure des courbes $T_{s\min}(t_p)$, appelé temps de suivi anticipé, est représentée dans le cadran II de la figure 4. Cette anticipation du temps de suivi entre les deux véhicules permet une réaction plus précoce du conducteur, voire du véhicule lui-même s'il est doté d'un système automatique de commande des freins, ce qui augmente la sécurité du véhicule.

25 **[0028]** Sur cette figure 4, est représentée, par quatre courbes de niveau, la surface correspondant au temps de suivi anticipé en fonction de la vitesse relative V_r entre le véhicule suiveur et le véhicule cible d'une part et le temps de suivi T_s réellement mesuré à l'instant t .

30 **[0029]** Le cadran I correspond aux cas d'insertion suivie d'observation d'une cible plus rapide devant le véhicule équipé, avec un temps de suivi maximal répondant à l'équation (e₁) :

$$T_{s\max}(t_e) = T_s(t_0) - \frac{V_r^2(t_0)}{2\gamma_c \cdot V_p(t_0)}$$

35 **[0030]** Les courbes C₀, C₁, C₂ et C₃ correspondent chacune à un temps de suivi anticipé égal respectivement à 0, 1, 2 et 3 secondes, à vitesse V_p du véhicule et décélération γ_c de la cible constantes. L'incurvation de ces courbes est une fonction de la décélération γ_c et de la vitesse V_p du véhicule.

40 **[0031]** Le cadran II correspond aux cas d'approche, suivie éventuellement d'un danger, d'un véhicule équipé sur une cible plus lente, avec une condition vraie sur la vitesse relative, dont le temps de suivi minimal répond à l'équation (E₄) :

$$45 \quad T_{s\min}(t_p) = \frac{V_p(t_0) + V_r(t_0) \pm \sqrt{[V_p(t_0) + V_r(t_0)]^2 - V_r^2(t_0) - 2D_r(t_0) \cdot \gamma_p}}{\gamma_p}$$

50 à condition que :

$$V_r(t_0) \leq \frac{D_r(t_0) \cdot \gamma_p}{V_p(t_0)}$$

55 la droite correspondant à cette condition étant référencée de et délimitant le cadran II du cadran III.

[0032] Par contre, si la vitesse relative des deux véhicules remplit une condition inverse de la précédente, soit :

$$V_r(t_0) > \frac{D_r(t_0) \cdot \gamma_p}{V_p(t_0)}$$

5 les cas d'approche/danger d'un véhicule équipé sur un véhicule cible plus lent correspondent au cadran III de la figure 4, avec un temps de suivi minimal qui est représenté par l'équation :

$$10 \quad T_{s \min}(t_p) = T_s(t_0) = \frac{D_r(t_0)}{V_p(t_0)}$$

15 **[0033]** Cette surface peut être utilisée pour indiquer au conducteur le niveau de risque, étant donné la situation actuelle de conduite. Ainsi, en fonction d'une part des mesures de la distance relative D_r , de la vitesse relative V_r et de la vitesse V_p du véhicule suiveur qui décrivent la situation cinématique instantanée du véhicule, et d'autre part des paramètres déterminés y_c et y_p de décélération du véhicule suiveur et de sa cible, le procédé selon l'invention évalue le facteur de risque F_r lié à l'évolution possible du temps de suivi selon différentes situations routières envisageables.

20 **[0034]** Dans la situation routière correspondant à l'insertion d'un véhicule cible devant le véhicule équipé d'un dispositif d'évaluation du niveau de risque de collision, avec une vitesse relative V_r , un troisième scénario envisage que le rapport des vitesses s'inverse, c'est-à-dire que le véhicule cible s'insère devant le véhicule qui maintient sa vitesse constante, puis freine à un instant donné t_0 avec une décélération constante égale à y_c , et le procédé calcule le temps de suivi anticipé au bout d'une seconde après le début du freinage de la cible, cette seconde correspondant au temps de réaction du conducteur.

25 **[0035]** La vitesse du véhicule équipé étant constante :

$$V_p(t) = V_p(t_0)$$

30 et celle de la cible décélérant à partir de t_0 :

$$V_c(t) = V_c(t_0) + \gamma_c \cdot t$$

35 on en déduit que la vitesse relative $V_r(t)$ entre les deux véhicules s'écrit :

$$40 \quad V_r(t) = V_c(t) - V_p(t) = V_r(t_0) + \gamma_c \cdot t$$

[0036] L'intégration de la vitesse relative donne la distance relative entre deux véhicules qui s'obtient par :

$$45 \quad D_r(t) = D_r(t_0) + V_r(t_0) \cdot t + \frac{\gamma_c \cdot t^2}{2}$$

[0037] La valeur de cette distance $D_r(1)$ au bout d'une seconde est donc égale à :

$$50 \quad D_r^{(1)} = D_r^{(0)} + V_r^{(0)} + \frac{\gamma_c}{2}$$

55 et le temps de suivi $T_s(1)$ au bout d'une seconde est égal à :

$$T_s^{(1)} = \frac{D_r^{(1)}}{V_p^{(1)}} = \frac{D_r^{(0)} + V_r^{(0)} + \frac{\gamma_c}{2}}{V_p^{(0)}} \quad (e2)$$

5
[0038] Dans une situation routière correspondant au suivi d'un véhicule cible par le véhicule équipé d'un dispositif d'évaluation du niveau de risque de collision, avec une même vitesse, $V_c = V_p$, et à une distance D_0 , un quatrième scénario envisage que la cible freine à un instant t_f avec une décélération constante égale à γ_c alors que le véhicule suiveur garde une vitesse constante. Le procédé selon l'invention calcule le temps de suivi au bout d'une durée d'une seconde après le début du freinage.

10
[0039] La vitesse du véhicule équipé étant constante :

$$V_p(t) = V_p(t_0)$$

15
 et celle de la cible décélérant à partir de t :

$$V_c(t) = V_c(t_0) + \gamma_c * t$$

20
 on en déduit que la vitesse relative $V_r(t)$ entre les deux véhicules s'écrit :

$$V_r(t) = V_c(t) - V_p(t) = \gamma_c * t$$

25
[0040] L'intégration de la vitesse relative donne la distance relative entre deux véhicules qui s'obtient par :

$$D_r(t) = D_r(t_0) + \frac{\gamma_c * t^2}{2}$$

30
[0041] On en déduit la valeur de la distance $D_r(1)$ au bout d'une seconde :

$$D_r^{(1)} = D_r^{(0)} + \frac{\gamma_c}{2}$$

35
 et celle du temps de suivi $T_s'(1)$ au bout d'une seconde :

$$T_s'(1) = \frac{D_r^{(1)}}{V_p^{(1)}} = \frac{D_r^{(0)} + \frac{\gamma_c}{2}}{V_p^{(0)}} \quad (E5)$$

$$\text{On constate que : } T_s^{(1)} = T_s'(1) + \frac{V_r^{(0)}}{V_p^{(0)}} \quad (E6)$$

40
[0042] Ainsi, le fait que dans le troisième scénario, le véhicule cible s'insère devant le véhicule équipé avec une vitesse relative V_r implique une marge, qui est positive si la vitesse V_r est positive et négative dans le cas contraire, en terme de temps de suivi. Les courbes c_0 , c_1 , c_2 et c_3 de la figure 5 correspondent chacune à un temps de suivi anticipé égal respectivement à 0, 1, 2 et 3 secondes, à vitesse V_p constante du véhicule équipé. La pente de ces courbes est une fonction de la vitesse V_p du véhicule équipé. Comme précédemment à propos des courbes de la figure 4, l'équation de surface peut être utilisée pour indiquer au conducteur le niveau de risque de collision, étant

donné la situation instantanée de conduite.

[0043] Comme le montre la figure 6, le dispositif de mise en oeuvre du procédé d'évaluation du niveau de risque par évaluation de la distance de sécurité entre deux véhicules suiveurs, embarqué sur le véhicule, comporte un premier module de mesure M_m comprenant lui-même premièrement des moyens m_1 de mesure de la distance et de la vitesse relatives D_r et V_r entre deux véhicules. Ces moyens de mesure sont par exemple un capteur télémétrique, de type radar, Lidar, lasermètre ou autres, équipant l'avant du véhicule.

[0044] Ce premier module comprend également des deuxièmes moyens m_2 de mesure de la vitesse V_p du véhicule équipé, tels qu'un capteur odométrique embarqué mesurant la vitesse des roues.

[0045] Il peut comprendre enfin d'autres capteurs m_3 permettant de préciser le risque de collision, par évaluation de l'adhérence, ou par communication inter-véhicule indiquant que le conducteur du véhicule précédent s'apprête à freiner brusquement.

[0046] Le dispositif comporte un deuxième module de décision M_d , qui peut être intégré dans le calculateur électronique de la régulation de distance ACC quand le véhicule en est doté, comprenant des premiers moyens m_c de calcul du temps de suivi anticipé tels que décrits auparavant et des seconds moyens m_a de stratégies d'alerte et/ou de contrôle s'appuyant notamment sur la comparaison du facteur de risque avec au moins un seuil déterminé, par exemple les deux secondes de la réglementation française dans le cas où le facteur de risque est égal au temps de suivi anticipé.

[0047] Enfin, le dispositif comporte un troisième module d'action M_a , regroupant d'une part les interfaces homme-machine m_i , visuelles, sonores ou haptiques, destinées à indiquer, en continu au conducteur, le niveau de risque lié au temps de suivi et/ou à l'alerter en cas de dépassement de certains seuils et d'autre part des actionneurs m_A destinés à agir sur la dynamique du véhicule, de manière plus ou moins coercitive, par un léger freinage par exemple si le temps de suivi risque d'être inférieur à deux secondes.

[0048] Ainsi, l'invention permet l'évaluation du niveau de risque de collision fronto-arrière par anticipation pessimiste de l'évolution de la situation routière entre les deux véhicules qui se suivent. Le calcul du niveau de risque de collision, qui est une fonction du temps de suivi anticipé, par exemple l'inverse du temps de suivi anticipé dans un cas particulier, est effectué en temps réel, ce qui permet au conducteur de conduire plus prudemment et plus confortablement.

Revendications

1. Procédé d'évaluation du niveau de risque de collision fronto-arrière entre deux véhicules qui se suivent, le premier étant qualifié de cible pour le second qui est équipé dudit procédé, **caractérisé en ce qu'il** détermine plusieurs scénarios de situation routière entre lesdits deux véhicules et calcule pour chaque scénario un temps de suivi anticipé, qui est égal au quotient de la distance relative (D_r) par la vitesse du véhicule équipé (V_p), à partir des équations cinématiques décrivant la situation routière et son évolution à court terme pendant laquelle les deux véhicules ne vont effectuer qu'une seule manoeuvre élémentaire, l'un maintenir sa vitesse constante et l'autre freiner avec une décélération constante, en fonction notamment de la distance et de la vitesse relatives entre les deux véhicules, de la vitesse du véhicule équipé et de leurs accélérations respectives, le niveau de risque étant une fonction du temps de suivi anticipé.

2. Procédé d'évaluation selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** envisage, dans une situation routière correspondant à l'insertion, devant le véhicule équipé d'un dispositif d'évaluation du niveau de risque de collision, d'un véhicule cible avec une vitesse (V_c) supérieure à la sienne (V_p), un premier scénario suivant lequel le rapport des vitesses s'inverse, c'est-à-dire que le véhicule cible plus rapide que le véhicule équipé s'insère devant lui, puis freine à un instant donné (t_0) avec une décélération constante égale à (γ_c), pendant que le véhicule suiveur maintient sa vitesse constante, de sorte que le temps de suivi (T_s) croît tant que la vitesse (V_c) de la cible reste supérieure à celle (V_p) du véhicule équipé, jusqu'à un maximum (T_{smax}) correspondant à l'instant (t_e) où les vitesses (V_c et V_p) des deux véhicules sont égales, puis diminue si le véhicule équipé garde une vitesse constante pendant que la vitesse (V_c) de la cible continue à diminuer, et **en ce qu'il** calcule le temps de suivi qui est égal à:

$$T_s(t) = \frac{D_r(t)}{V_p(t)} = \frac{D_r(t_0) + V_r(t_0) * t + \frac{\gamma_c * t^2}{2}}{V_p(t_0)}$$

et croît jusqu'à un maximum obtenu quand sa dérivée s'annule :

$$T_{s,max}(t_c) = \frac{D_r(t_0) - V_r^2(t_0) / 2\gamma_c}{V_p(t_0)} = T_s(t_0) - \frac{V_r^2(t_0)}{2\gamma_c \cdot V_p(t_0)}$$

5 la valeur de ($T_{s,max}$) étant supérieure au temps de suivi [$T_s(t_0)$], à (t_0), quand la cible commence à décélérer.

3. Procédé d'évaluation selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** envisage, dans une situation routière correspondant à l'approche d'un véhicule cible par le véhicule équipé qui est plus rapide qu'elle, un deuxième scénario suivant lequel le véhicule équipé se rapproche du véhicule cible plus lent, puis freine à un instant (t_0) avec une décélération constante égale à (γ_p) pendant que la cible garde une vitesse constante, et **en ce qu'il** calcule le temps de suivi (T_s) qui est égal à :

$$15 \quad T_s(t) = \frac{D_r(t)}{V_p(t)} = \frac{D_r(t_0) + V_r(t_0) \cdot t - \frac{\gamma_p \cdot t^2}{2}}{V_p(t)}$$

20 et qui décroît jusqu'à une valeur minimale [$T_{s,min}(d_p)$] :

$$25 \quad T_{s,min}(t_p) = \frac{D_r(t_p)}{V_p(t_p)} = \frac{V_r(t_0)}{\gamma_p} - t_p,$$

correspondant à l'instant (t_p) où les vitesses (V_c et V_p) des deux véhicules sont égales, puis augmente pendant que la vitesse (V_p) continue à diminuer alors que le véhicule cible garde une vitesse (V_c) constante.

30 4. Procédé d'évaluation selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** envisage, dans la situation routière correspondant à l'insertion, devant le véhicule équipé d'un dispositif d'évaluation du niveau de risque de collision, d'un véhicule cible avec une vitesse (V_c) supérieure à la sienne (V_p), un troisième scénario dans lequel le rapport des vitesses s'inverse, c'est-à-dire que le véhicule cible s'insère devant le véhicule qui maintient sa vitesse constante, puis freine à un instant donné (t_0) avec une décélération constante égale à (γ_c), et **en ce qu'il** calcule le temps de suivi [$T_s(1)$] anticipé au bout d'une seconde après le début du freinage de la cible:

$$40 \quad T_s^{(1)} = \frac{D_r^{(1)}}{V_p^{(1)}} = \frac{D_r^{(0)} + V_r^{(0)} + \frac{\gamma_c}{2}}{V_p^{(0)}}$$

45 5. Procédé d'évaluation selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** envisage, dans une situation routière correspondant au suivi, par le véhicule équipé d'un dispositif d'évaluation du niveau de risque de collision, d'un véhicule cible avec une même vitesse et à une distance (D_0), un quatrième scénario selon lequel le véhicule cible freine à un instant (t_f) avec une décélération constante égale à (γ_c) alors que le véhicule suiveur garde une vitesse constante, et **en ce qu'il** calcule le temps de suivi [$T_s'(1)$] au bout d'une durée d'une seconde après le début du freinage :

$$50 \quad T_s'^{(1)} = \frac{D_r^{(1)}}{V_p^{(1)}} = \frac{D_r^{(0)} + \frac{\gamma_c}{2}}{V_p^{(0)}}$$

55 6. Dispositif de mise en oeuvre du procédé d'évaluation du niveau de risque par évaluation du temps de suivi anticipé entre deux véhicules suiveurs, selon les revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'il** comporte :

- un premier module de mesure (M_m) comprenant lui-même des premiers moyens (m_1) de mesure de la distance et de la vitesse relatives (D_r et V_r) entre deux véhicules, des deuxièmes moyens (m_2) de mesure de la vitesse

EP 1 486 934 A1

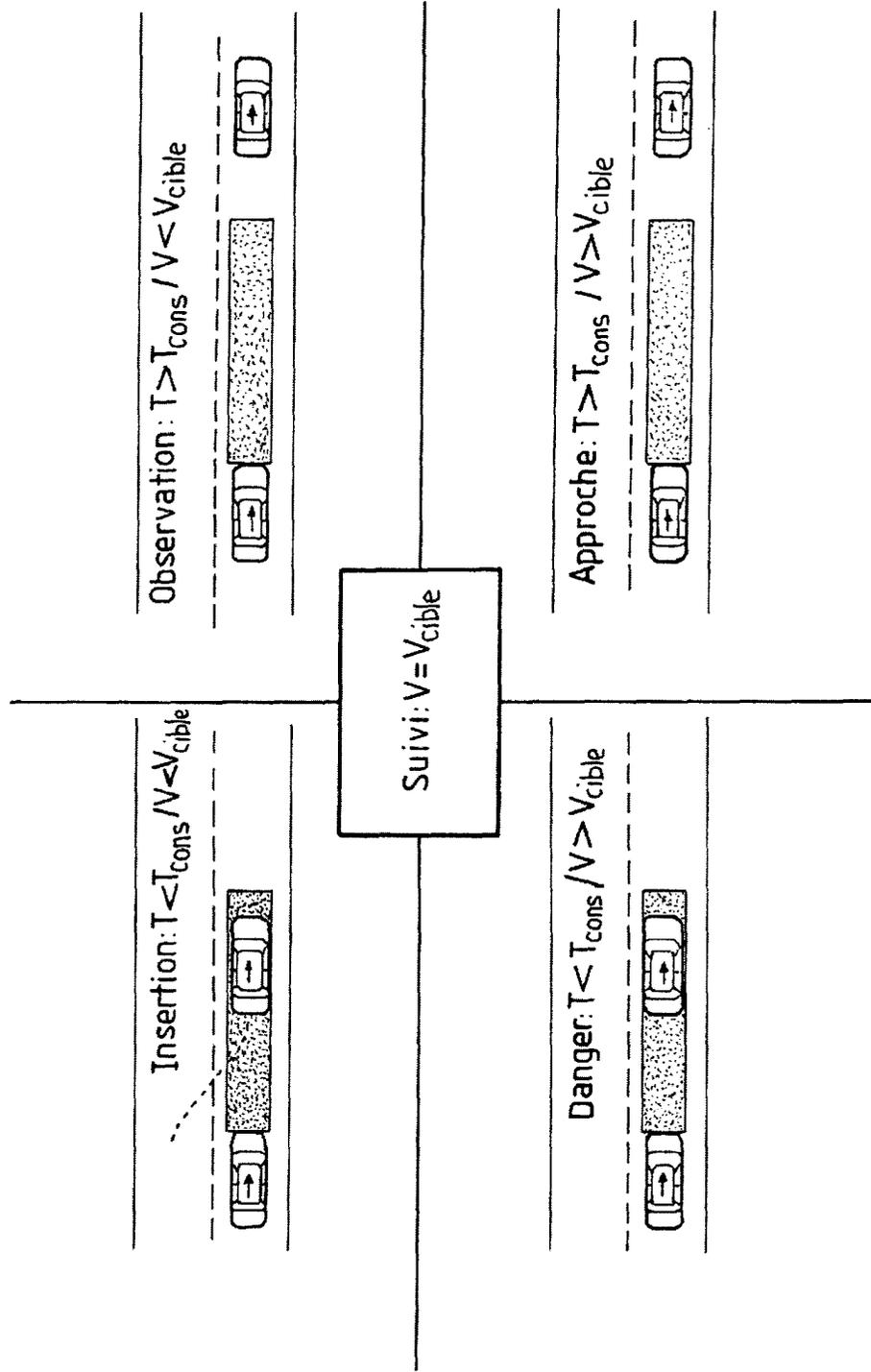
(V_p) du véhicule équipé, tels qu'un capteur odométrique embarqué mesurant la vitesse des roues et d'autres capteurs (m_3) permettant de préciser le risque de collision, par évaluation de l'adhérence, ou par communication inter-véhicule indiquant que le conducteur du véhicule précédent s'apprête à freiner brusquement ;

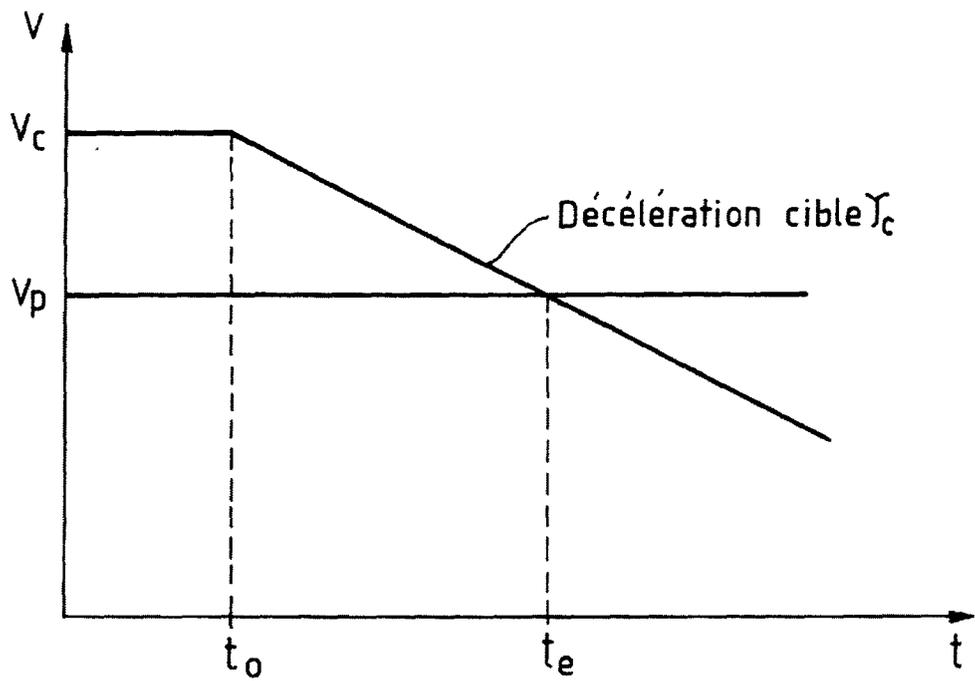
- un deuxième module de décision (M_d), comprenant des premiers moyens de calcul du temps de suivi anticipé tels que décrits auparavant et des seconds moyens de stratégies d'alerte et/ou de contrôle du facteur de risque par comparaison avec au moins un seuil déterminé ;
- un troisième module d'action (M_a), regroupant d'une part les interfaces (m_1) homme-machine IHM, visuelles, sonores ou haptiques, destinées à indiquer en continu le niveau de risque lié au temps de suivi et/ou à l'alerter en cas de dépassement de certains seuils et d'autre part des actionneurs (m_A) destinés à agir sur la dynamique du véhicule, de manière plus ou moins coercitive, par un léger freinage par exemple, si le temps de suivi risque d'être inférieur à deux secondes.

7. Dispositif de mise en oeuvre du procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les moyens (m_1) de mesure de la distance et de la vitesse relatives (D_r et V_r) entre deux véhicules sont par exemple un capteur télémétrique, de type radar, Lidar, lasermètre ou autres, équipant l'avant du véhicule.

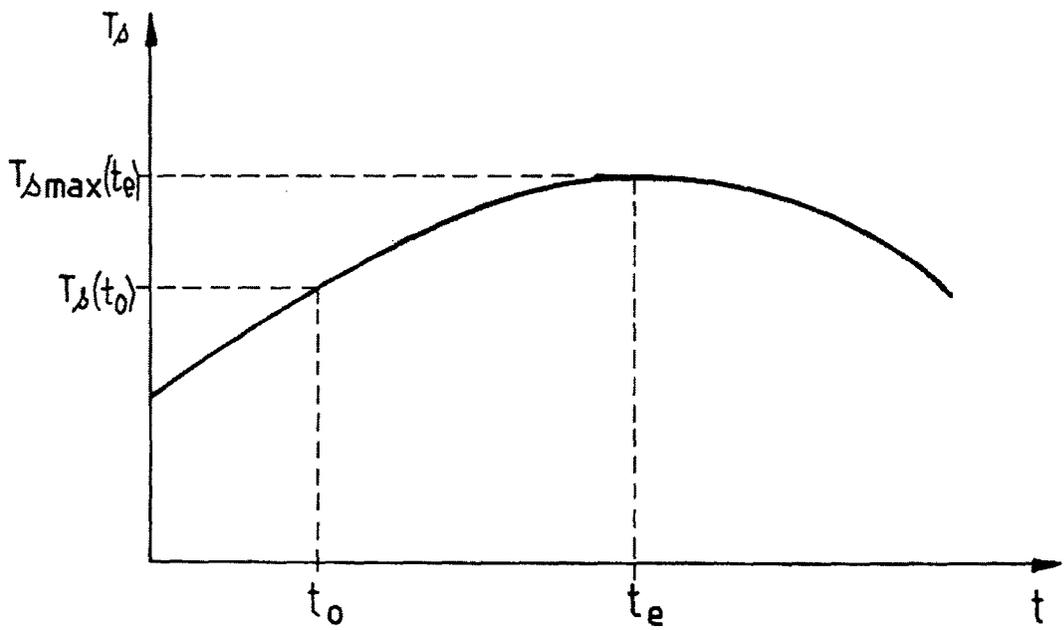
8. Dispositif de mise en oeuvre du procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les seconds moyens de stratégies d'alerte et/ou de contrôle du facteur de risque comparent le temps de suivi anticipé à un seuil égal à deux secondes .

FIG. 1

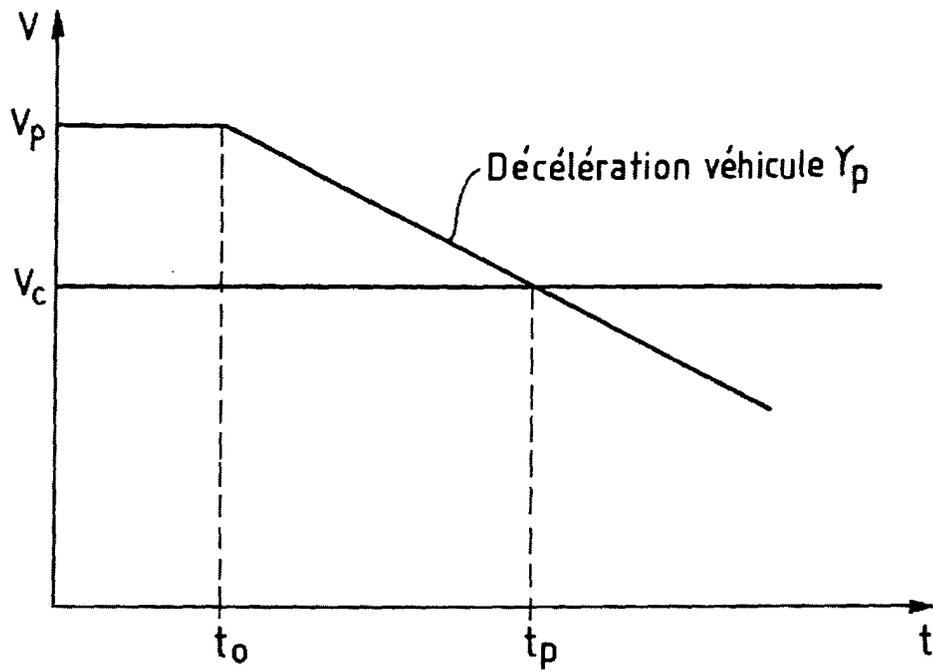




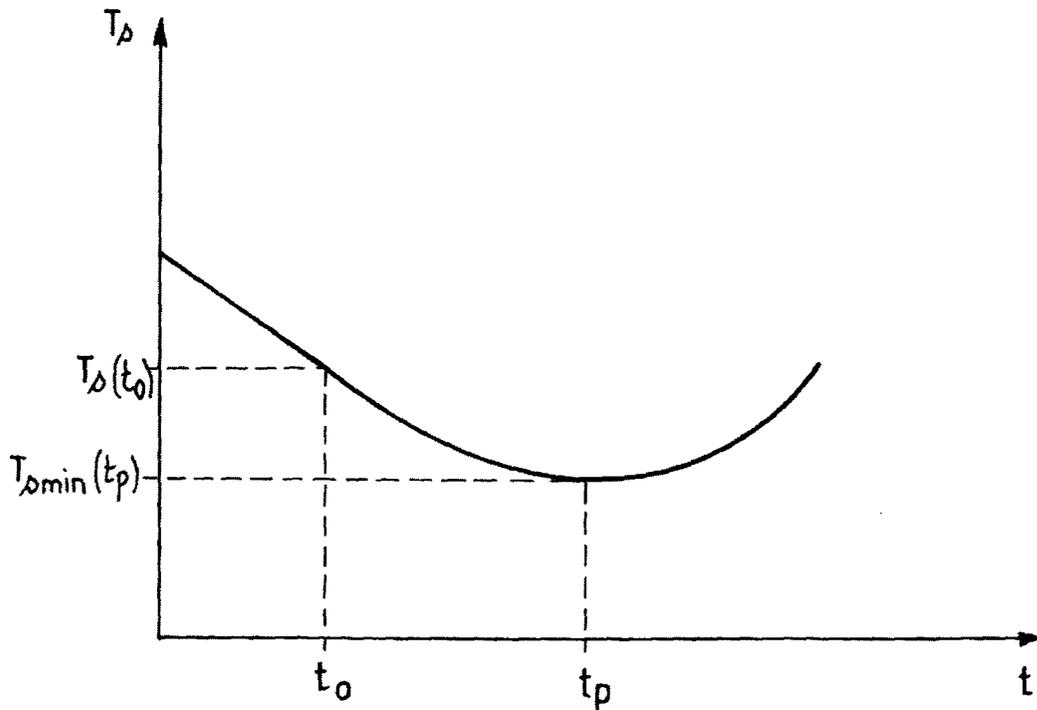
FIG_2a



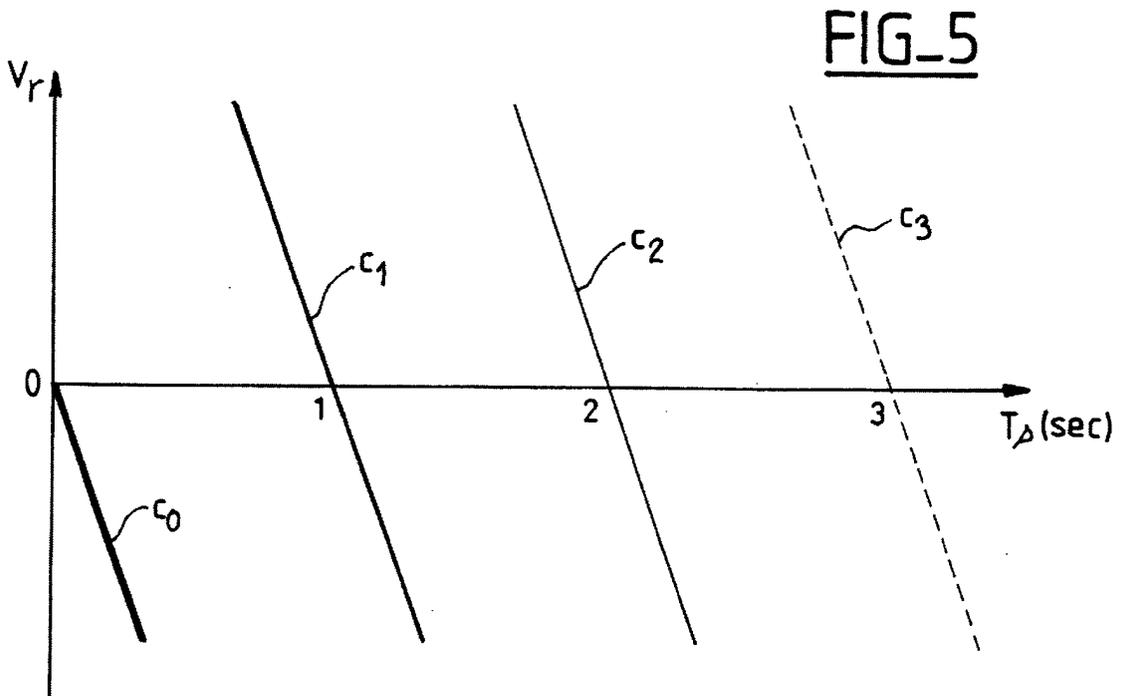
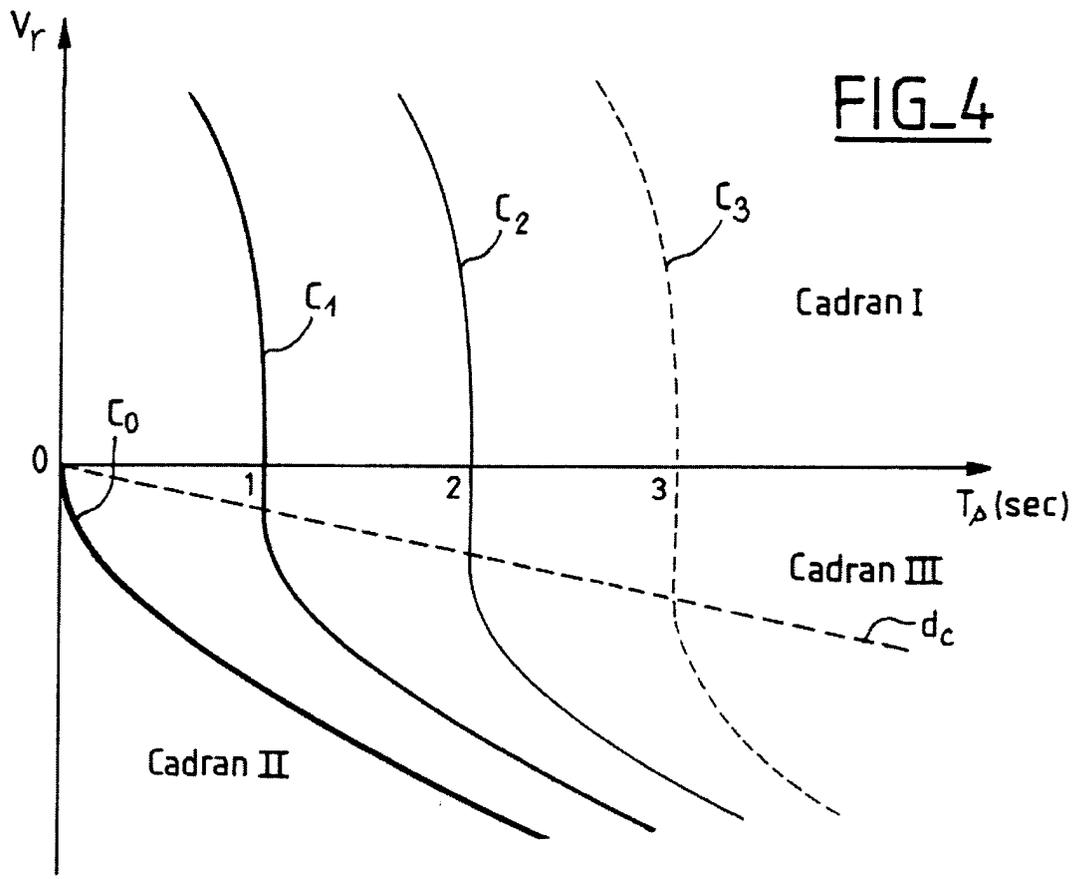
FIG_2b



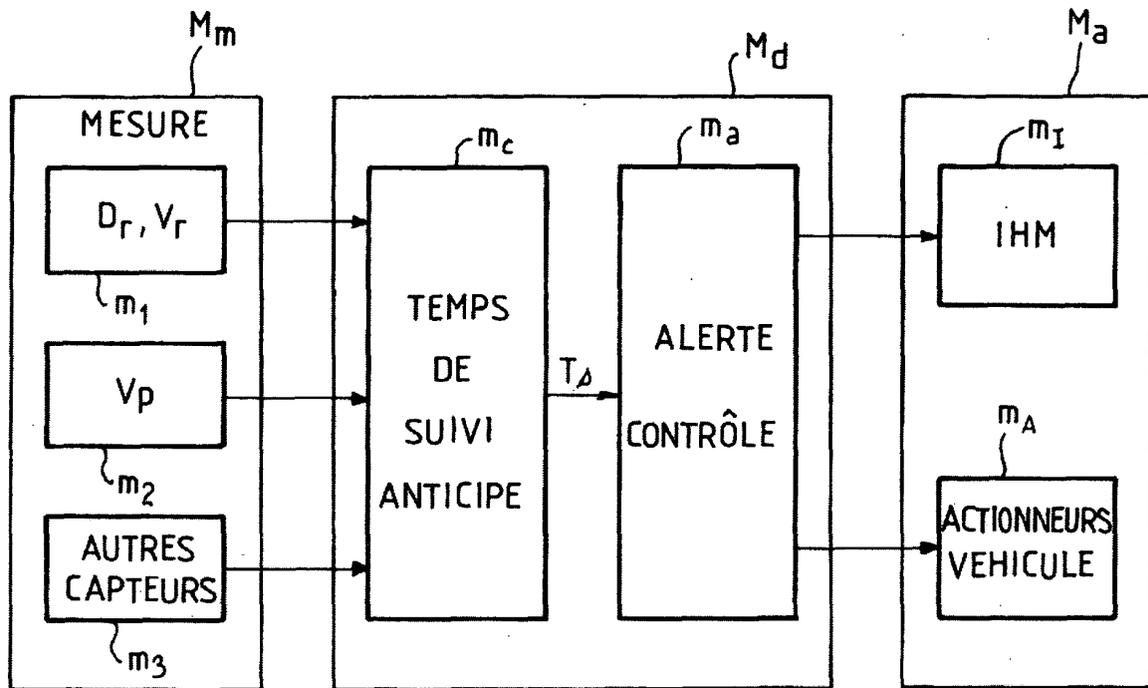
FIG_3a



FIG_3b



FIG_6





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 04 29 1487

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	EP 0 550 852 A (STANLEY ELECTRIC CO LTD) 14 juillet 1993 (1993-07-14) * le document en entier * -----	1-8	G08G1/16 B60K31/00 G01S13/93
A	EP 1 067 499 A (RENAULT) 10 janvier 2001 (2001-01-10) * revendications * -----	1-8	
A	EP 1 170 652 A (RENAULT) 9 janvier 2002 (2002-01-09) * revendications * -----	1-8	
A	FR 2 770 016 A (RENAULT) 23 avril 1999 (1999-04-23) * revendications * -----	1-8	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) G08G B60K G01S
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		5 août 2004	Reekmans, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.02 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 04 29 1487

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

05-08-2004

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0550852	A	14-07-1993	JP 2562090 B2	11-12-1996
			JP 5166097 A	02-07-1993
			CA 2085325 A1	17-06-1993
			DE 69218384 D1	24-04-1997
			EP 0550852 A1	14-07-1993
			US 5502432 A	26-03-1996

EP 1067499	A	10-01-2001	FR 2795852 A1	05-01-2001
			EP 1067499 A1	10-01-2001

EP 1170652	A	09-01-2002	FR 2811440 A1	11-01-2002
			EP 1170652 A1	09-01-2002

FR 2770016	A	23-04-1999	FR 2770016 A1	23-04-1999
			EP 1023195 A1	02-08-2000
			WO 9920481 A1	29-04-1999

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82